

Revue des principales techniques de diagnostic des polluants intérieurs :

Illustration au cas des odeurs

Romain. AC

*Equipe Surveillance de l'environnement
Département en Sciences et Gestion de l'environnement
Faculté des Sciences,
Ulg*

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Pourquoi évaluer la "composition" de l'air de nos habitations?

- ✓ **+ de 20 heures, par jour, à l'intérieur**
 - peu d'intérêt pour la composition de l'air de nos intérieurs
(air ambiant surveillé-réseau Céline)
 - la teneur en substances volatiles à l'intérieur > à l'extérieur
- ✓ **Effets confirmés de la pollution intérieure
sur le confort et sur la santé des occupants :**
 - ↑Syndrome des bâtiments malsains (Sick building syndrome ou SBS,)
 - ↑Nombreuses interventions des « Ambulances vertes »
- ✓ **Relation Dose-Effet sur la santé**
 - Ok pour polluant pris isolément
 - Mais rarement intégration de l'effet cocktail

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Pourquoi évaluer la "composition" de l'air de nos habitations?

- ✓ Identifier l'**origine** des substances → les **causes** des troubles (armoire en contreplaqué) cfr SamiLux)

Réduire la présence de ces substances

Réglementer

Améliorer la ventilation et le traitement d'air

Adapter nos comportements

Consigne : bonne aération des locaux

Or ventilation pas toujours suffisante et pas tjrs contrôlée



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Réglementations

→ Préoccupation récente :

amélioration des connaissances pour améliorer notre comportement en adéquation avec la protection de notre santé

En Europe :

EHAP (plan d'action santé-environnement, 2004-2010) :

→ Projet de norme européenne : *CEN/TC 351 Construction Products -Assessment of Release of Dangerous Substances* :

Harmoniser les méthodes d'évaluations en relation avec la directive européenne "matériaux de construction" et définir des « normes »

→ BUMA (base de données de composés dangereux)

→ Healthy AIR project : réseau d'actions sur les matériaux de construction

→ IAQ : réseau d'échange d'information pollution intérieure-santé-environnement

Directive Produits de construction (CPD) 89/106/EEC (1988)

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Réglementations

En Belgique

pas vraiment de normes « concentration des substances » dans les habitations.

Excepté NBN EN 15251 et 13779 « critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant **la qualité de l'air intérieur**, la thermique, l'éclairage et l'acoustique » : *taux de renouvellement de l'air en fonction de la teneur en CO₂, le volume occupé et le nombre de personnes*

En Région Wallonne

<http://www.sante-habitat.be/> : suite "**Sandrine**", (SANTé - Développement du Rable - INformation – Environnement)

association Inter-Environnement Wallonie, espace environnement, société scientifique de médecine générale

→ Service d'Analyse des Milieux Intérieurs (Provinces Wallonnes 5 **SAMI**)

LPI (laboratoire d'études et de prévention des pollutions intérieures, Hainaut)

En Région Flamande : Flemish Indoor Environment decree (2004)

En Région Bruxelloise (CRIPI, Cellule Régionale d'Intervention en Pollution Intérieure)

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Réglementations

Valeurs guides (Concentrations limites d'intérêt-LCI ou NIK-Allemagne):

OMS (indoor),

benzène, CO, formaldéhyde, naphtalène, NO₂, HAP, radon, tétra et tri-chloroéthylène

Air ambiant

Protection des travailleurs,

Base de données toxicologiques (base de données IRIS,...)

Ex du Canada (Santé Canada)

lignes directrices pour :

formaldéhyde, ozone, CO, CO₂, NO₂, moisissures et toluène (en cours)

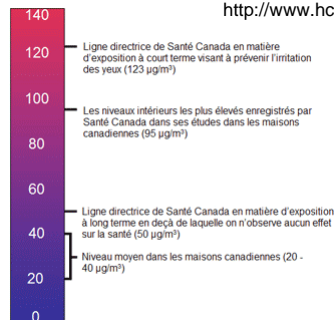
Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Exemple de normes au Canada

Valeurs guides d'exposition maximale résidentielle :

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/poll/>

formaldéhyde



ozone

Moyenne sur 8 heures d'exposition :

40 µg/m³ (20 ppb)

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Différentes catégories de polluants

Différentes catégories

biologiques (acariens, moisissures), physico-chimiques (particules, amiante, **COV's**,...), ionisants (radon), non-ionisants.

Diverses origines : pollution de l'air ambiant, fumées de cigarettes, matériaux, produits, garage connexe, activité des occupants

Exemple de classification

Pollution extérieure

Fumée liée au tabagisme

Les particules

Moisissure et humidité

Ozone

Polluants provenant des appareils de combustion (CO, NO₂, fumée de bois)

Polluants provenant des produits domestiques et des matériaux de construction (amiante, plomb, COV)

Radon

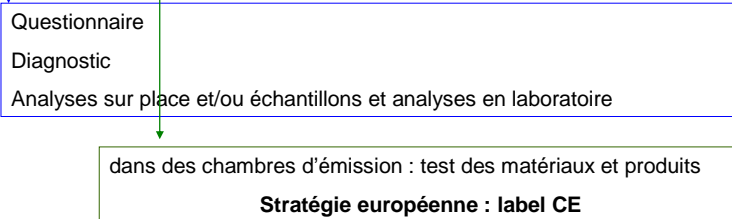


Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Comment évaluer cette pollution?

• Deux catégories d'évaluation de la pollution intérieure

- **dans l'habitation** (médecins → SAMI- Service d'Analyse des Milieux Intérieurs)
- **en laboratoire,**



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Méthodes d'évaluation dans l'habitation

Constat et identification de la source ou des sources

Formulaire, Observation, **Prélèvement, Analyse**

Exemple :



pour les moisissures, les composés organiques volatils, le radon

Prélèvement :

d'air ambiant du local

d'air à proximité d'une source suspecte (odeur, constat visuel,...)

prélèvement de matériau (morceau de cuir, moisissures sur adhésif)

→ analyse au laboratoire

pour CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, formaldéhyde

mesure sur place à l'aide de capteurs et de détecteurs

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Méthodes d'évaluation dans l'habitation

Exemples de système de **prélèvement** de l'air intérieur pour les **COV's**



Prélèvement actif

Isoler une surface pour prélèvement

(ex : Flec, Field and laboratory emission cell)



Prélèvement passif (ex:tubes radiello®)

→ Labo : GC-MS

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Méthodes d'évaluation dans l'habitation

Exemple **d'instruments d'analyse directement** dans le local

Cellules électrochimiques (ozone, formaldéhyde, NO_2 , NH_3 , substances chlorées,...)



Détecteur à photoionisation (PID) (COV)



Détecteurs IR (CO_2)



Détecteurs
colorimétriques



Spécial formaldéhyde (enzyme : durée 02h00)



...

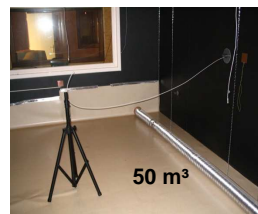
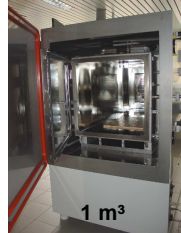
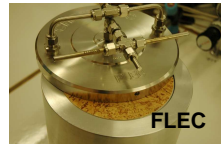
Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Méthodes d'évaluation des polluants émis par les matériaux, produits

Objectifs :

certifier le produit → réduire les sources d'émission
et/ou identification de la source (relation polluant air intérieur et matériau)

En laboratoire : chambre d'émission



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Méthodes d'évaluation des polluants émis par les matériaux, produits

Normes internationales de mesure et contrôle des paramètres de l'air intérieur

→ ex. série ISO 16000

ex pour les COV : identification et quantification 16000-6

Prélèvement sur Tenax et analyse TD-GC-MS

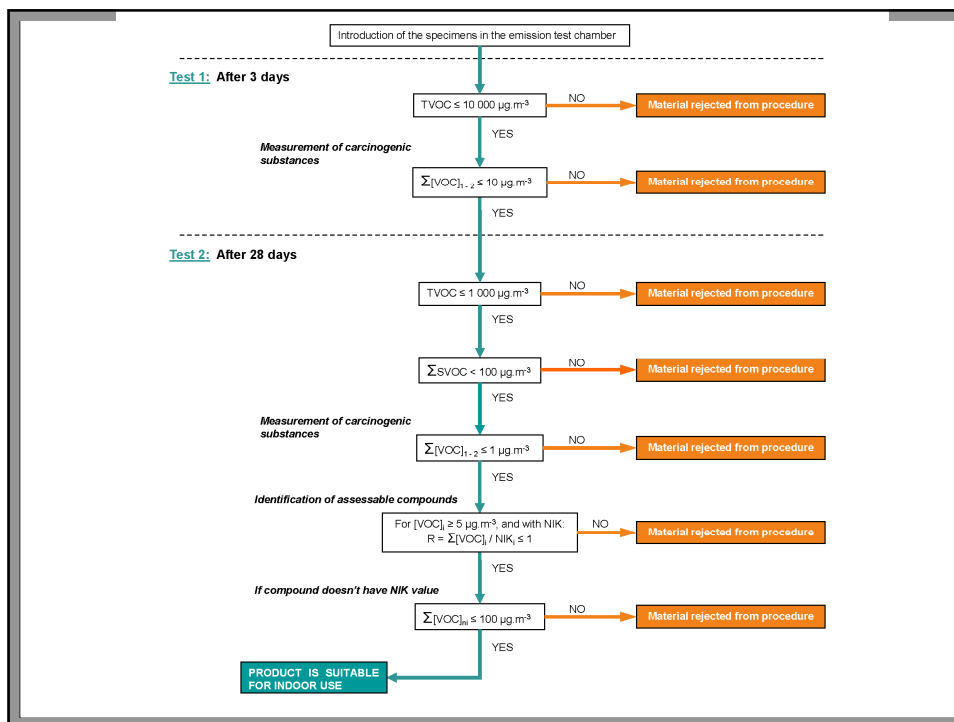
Protocole d'évaluation des matériaux de construction → **Label** (ex1978 Blue Angel)

Ex en Allemagne AgBB, en France AFSSET (COV-Formaldéhyde-odeur)

généralement mesure après 3, 7 et 28 jours



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement



Normes **internationales** de mesure et contrôle des paramètres de l'air intérieur

→ ex. série ISO 16000

ex pour les COV : identification et quantification 16000-6

Prélèvement sur Tenax et analyse TD-GC-MS

Protocole d'évaluation des matériaux de construction → **Label** (ex1978 Blue Angel)

Ex en Allemagne AgBB, en France AFSSET (COV-Formaldéhyde-odeur)

généralement mesure après 3, 7 et 28 jours

Plus d'infos :

Projet de recherche financé par la police scientifique Fédérale belge :

HEMPCPD, visant à harmoniser les diverses approches d'évaluation des substances dangereuses émises par les matériaux de construction (finalisé en mars 2011):

Résultats et état de l'art : <http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=fr&COD=P2/05>

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement



Le cas des odeurs

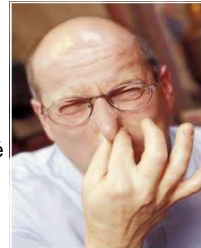
Nombreux appels de diagnostic intérieur initiés par une plainte odeur

Odeur = indice
Tracer l'odeur permet de remonter à la source

Prélèvement et analyse possible

L'odeur est rarement considérée comme un danger pour la santé

Odeur = COV's
Odeur = danger pour la santé ?



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : danger?

Odeurs déplaisantes

→ Bien-être affecté

→ Sensation désagréable

Déclenchement de réactions réflexes nocives pour l'organisme

sentiments de contrariété : mauvaise humeur,
sentiments d'anxiété, réactions dépressives,
sentiments de fatigue, nausées et vomissements,
céphalées, troubles respiratoires, troubles du
sommeil, pertes d'appétit

→ symptômes organiques à
concentrations < seuils toxiques « classiques »

Odorant	Seuil olfactif (mg/m ³)	Seuil toxique (mg/m ³)
H ₂ S	0.2-0.002	15
Toluène	1	332

Réf: OMS



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : plusieurs dimensions

Q
U
A
N
T
I
T
A
T
I
V
E

1. Intensité de l'odeur

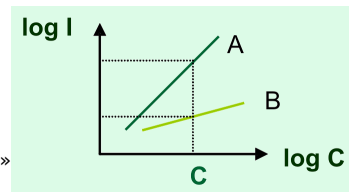
Force de la perception

2. Concentration d'une odeur

Si **une seule substance** odorante : à partir de quelle concentration chimique, le composé « sent »

Si **mélange** de plusieurs substances

Odeur du mélange \neq somme des odeurs individuelles



Dimension temporelle

Q
U
A
L
I
T
A
T
I
V
E

3. Qualité ou caractère de l'odeur

Odeur de choux, de poubelles, de café, ...

4. Tonalité affective (hédonique)

Caractère agréable ou désagréable



dimensions qualitatives : beaucoup plus subjectives → plus difficiles à mesurer

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Méthodes de mesure "pollution intérieure"

Quantitative

- Concentration
 - Facteur de dilution (EN 13725)
- **Intensité**
 - Estimation de la grandeur (ICL; VDI 3882(1))
 - Méthodes comparatives (NFX 43-103)

Qualitative

- Qualité
 - Description de l'odeur
- **Caractère Agréable**
 - binaire (yes/no)
 - Echelle continue (M1; ICL; GUT;...)
 - Echelle catégorielle : -4 to +4 (VDI 3882-2)

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Intensité (Olfactométrie supraliminaire)

Echelle catégorielle
(VDI 3882-1)

Odour	Intensity level
Extremely strong	6
Very strong	5
Strong	4
Distinct	3
Weak	2
Very weak	1
Not perceptible	0

Echelle de référence

Par équivalence olfactive

(normes AFNOR X-43-103 - ASTM E 544-75)



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Intensité (Olfactométrie supraliminaire)

Par équivalence olfactive : n-butanol

1 : Classement correct de 5 solutions dans des fioles en verre (ou en dynamique ASTM E544)

2 : Positionner l'échantillon sur l'échelle

ex : intensité équivalente à la fiole n°3 ($5 \cdot 10^{-4}$)

Intensité exprimée en concentration équivalent en butanol



Niveau odeur	faible	moyen	fort	très fort
[n - butanol] dans l'eau (vol/vol)	$5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Imagine that you during your daily work would be exposed to the air from the test chamber?

How acceptable is the air quality?

Please mark on the scale and notice the distinction between acceptable and unacceptable:

Clearly acceptable

Just acceptable

Just unacceptable

Clearly unacceptable

Le cas des odeurs : Méthodes de mesure “pollution intérieure”

Caractère agréable (Olfactométrie supraliminaire)

(VDI 3882 part 2 de 1994)

-4

-3

-2

-1

0

+1

+2

+3

+4


Ni plaisant, ni déplaisant

Extrêmement déplaisant
Extrêmement plaisant

Echelle d'acceptabilité

(Fanger and Gunnarsen))

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement




Le cas des odeurs : Méthodes de mesure “pollution intérieure”

Caractéristique de l'analyse sensorielle

- Toujours faire appel à un jury de nez

- Nez étalonnés ou non
- Pour réduire la subjectivité :
 - mesures standardisées (concentration, Norme Européenne 13 725)
 - augmenter la fiabilité statistique : plusieurs mesures

au moins 6 personnes ≠,
plus si pas étalonnées (20 à 40 personnes différentes!)
répétabilité des mesures



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Mesure directe dans le local

Perception par des experts (personnes entraînées et nez « étalonné »)
intensité et qualité

Prélèvement d'échantillons
analyse sensorielle en labo

Méthodologie de Fanger (Fanger, O. P.: Introduction of the Olf and the Decipol Units to Quantify Air Pollution Perceived by Humans Indoors. In: Energy and Buildings. 12, 1988, 1-6)

Olf :

La "force" de la pollution exprimée en "personne équivalent" :
le nombre de personnes « standard » (olf) nécessaire pour générer un air aussi gênant

Decipol :

1 dp est la qualité de l'air dans un espace dont la force de la pollution est de 1 Olf (avec taux d'aération de 10 l/s donc 1 dp = 0,1 olf/(l/s))

Evaluation par des personnes non "entraînées"

→ Pas de normes !

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Evaluation des produits : intégrer l'odeur dans le label

Aujourd'hui, peu de labels intègrent l'odeur
AfSSet (basé sur Finlande), Blue Angel
AgBB (en projet, ? sur fiabilité des mesures)

Où placer l'odeur dans le protocole
importance par rapport aux COV's?
seuil d'acceptabilité?

Subjectivité des mesures et fiabilité des résultats

Nombreuses méthodes

Europe : groupe de travail ISO 146-6 WG 14: ISO 16000-28 "Indoor air: sensory evaluation of emissions from building materials and products"

Harmonisation des méthodes et de seuils

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Label Matériaux

Exemple : Building information Foundation RTS (Finlande)

- **Classification** : détermination du pourcentage d'insatisfaits

		M1	M2
Sensory evaluation	Sensory assessment, percent of unsatisfied	<15%	<30%
	Odour description	Not odorous	Not significantly odorous

M3 : > 30%

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Label Matériaux

Exemple : labels pour carpettes GUT ,Oeko-Tex (for carpet), Natureplus (label producteurs)

Odour assessment of a sample that passed the test

Time	Test person	Type of odour	Assessment	Grade
8:00	Person 1	sweetish	slightly unpleasant	3
8:30	Person 2	chemistry, aromatic	unpleasant	4
9:00	Person 3	chemistry	unpleasant	4
9:30	Person 4	aroma		
10:00	Person 5	pungent, ch		
10:30	Person 6	sweet		
11:00	Person 7	sweetish, ch		
Evaluation	as median:	sweetish, chemi		
Evaluation	as mean value:			

(standard de mesure odeur suisse SNV 195651)

Odour assessment of a sample that failed the test

Time	Test person	Type of odour	Assessment	Grade
8:30	Person 1	fusty smell, new-product odour	slightly unpleasant	3
9:00	Person 2	new-product odour	slightly unpleasant	3
9:30	Person 3	fusty smell	not unpleasant	2
10:00	Person 4	old	slightly unpleasant	2,5
10:30	Person 5	new-product odour	not unpleasant	2,5
11:00	Person 6	new-product odour	not unpleasant	2,5
11:30	Person 7	fusty smell	not unpleasant	2
Evaluation	as median:	new-product odour		2,5
Evaluation	as mean value:			2,5

To be ACCEPTED : grade ≤ 4

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

Dimensions odeurs :

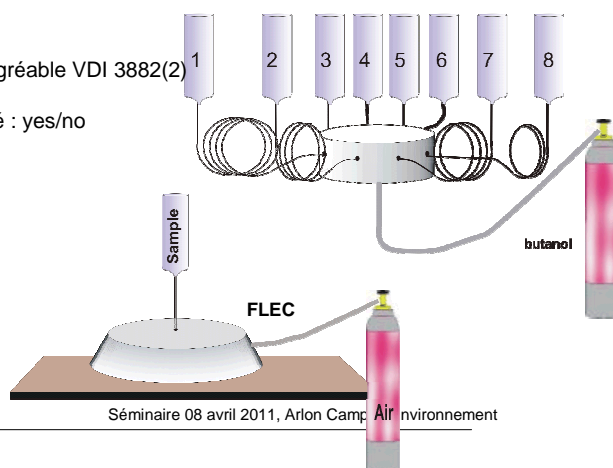
Intensité : comparaison au n-butanol (ASTM E544-99: Standard Practices for Referencing Suprathreshold Odor)

Caractère agréable VDI 3882(2)

Acceptabilité : yes/no

Jury étalonné

Dynamique



Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

Test de 6 matériaux

2 PVC (vinyl), 1 moquette, 2 linoleums, 1 « caoutchouc »



Odeur et COV's

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

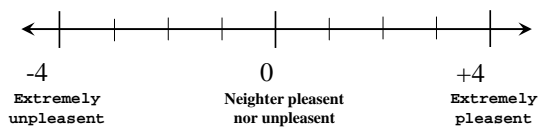
Questionnaire (8 personnes)

1. Imagine you would have to stay in a room with this odour for an entire day, how would you consider the odour?

☐ Acceptable

☐ Not acceptable

2. Mark on point on the scale, which corresponds to the odour sample perception:



3. Where would you place the odour intensity of the sample on the scale of butanol concentrations?

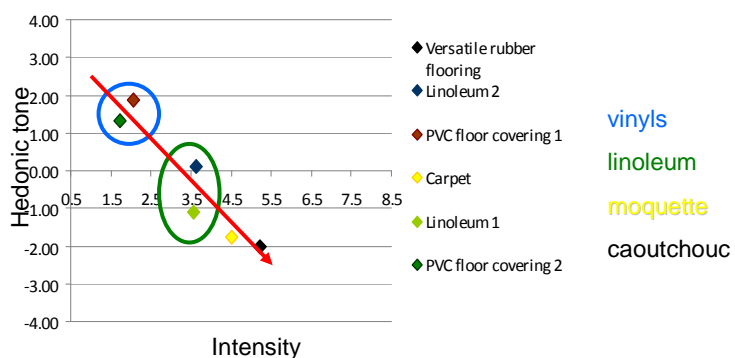
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

1 2 3 4 5 6 7 8

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

Résultats Relation Caractère agréable – Intensité (moyennes)

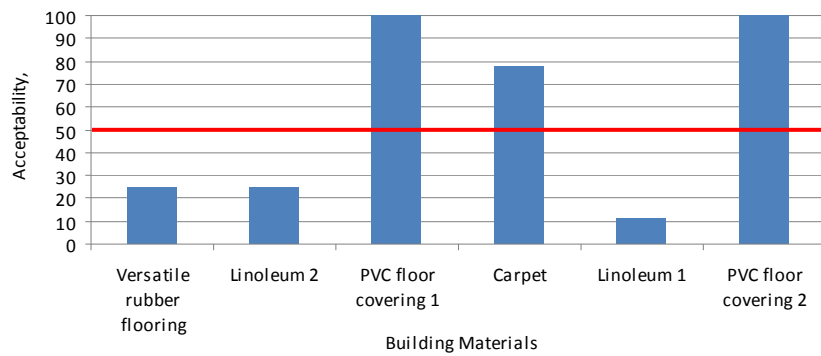


2 vinyls et 1 linoleum : OK

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

Résultats % d'acceptabilité



2 vinyls (pas linoleum) + moquette : OK

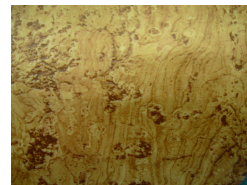
Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Le cas des odeurs : Projet HEMICPD

Résultats Relation COV-Odeur

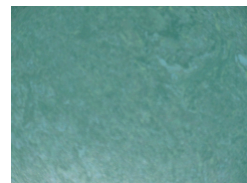
Vinyl

- concentration **élevée en TVOC** : 10 720 µg/(m²h) jour 3
(beaucoup d'alcanes)
- **Intensité faible**: moyenne 2



Linoleum

- concentration **faible en TVOC** 94 µg/(m²h) jour 3
(beaucoup d'aldéhydes, d'acides organiques et aussi alcanes)
- **Intensité forte** : moyenne 4



→ Relation COV-intensité odeur fonction de la composition chimique

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Conclusions

- Deux approches :
dans l'habitation + en labo « chambres d'émission » matériaux-produits
- De nombreuses méthodes-plusieurs valeurs guides : nécessité d'harmonisation
- Odeur = souvent indicatrice d'un problème
- Odeur = pas de normes pour l'intérieur
- Intensité, Caractère hédonique, Acceptabilité
- Méthodes de diagnostic à caractère subjectif
→ standardiser et augmenter le nombre de mesures
- Odeur → effet sur santé
- Pour matériaux : Relation COV-Odeur pas directe
→ Intérêt d'intégrer l'odeur

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement

Remerciements

Partenaires du projet HEMICPD

BBRI: Marc, Kevin and Karla

VITO: Frederick and Eddy

L'équipe de recherche "Surveillance de l'environnement", ULg:

Notamment : Christophe, Jacques, Roland, Maria Elisabete, Laurent, Cédric, Catherine et les nez...

results mentioned in this presentation are funded by

Séminaire 08 avril 2011, Arlon Campus Environnement



Remerciements

Anne-Claude Romain

Département Sciences & Gestion de l'Environnement
Faculté des Sciences, ULg
Surveillance de l'Environnement – *Atmosphères polluées*



Tel : + 32 (0) 63 23 08 59
acromain@ulg.ac.be

185, Avenue de Longwy, B-6700 ARLON

www.odometric.be
info@odometric.be

Tel : + 32 (0) 63 23 08 92